

## ABSTRACT

PURPOSE: To obtain a dielectric mask capable of improving reflectance by providing a light-transmitting substrate, specified metal films, dielectric multilayer thin films and plural apertures.

CONSTITUTION: The dielectric mask 19 is produced by forming an reflection preventive film 16 and a metal film 17 on a transmitting substrate 1, and further alternately laminating first and second dielectric members 2, 3 having different refractive indices thereon to form a dielectric multilayer thin film 4. Plural apertures 18 are formed penetrating in a specified position in the dielectric multilayer thin film 4 and metal film 17 by abrasion processing to obtain a desired pattern. By forming the metal film 17 having high reflectance between the reflection preventive film 16 and the dielectric multilayer thin film 4, laser light transmitting through the dielectric multilayer thin film 4 is reflected to the light source side. Therefore, laser light transmitting through the mask can be reduced to a negligible degree, and the energy density for abrasion processing can be determined with high accuracy.

2/7/1

DIALOG(R) File 347:JAPIO

(c) JPO &amp; JAPIO. All rts. reserv.

AH-1 09/233694

04949090

DIELECTRIC SUBSTANCE MASK FOR LASER MACHINING AND ITS PRODUCTION

PUB. NO.: 07-241690 [JP 7241690 A]

PUBLISHED: September 19, 1995 (19950919)

INVENTOR(s): AMAMIYA KYOKO  
 TERABAYASHI TAKAO  
 SATO HIDEKI  
 TANAKA HIDEAKI  
 IMAI TSUTOMU

APPLICANT(s): HITACHI LTD [000510] (A Japanese Company or Corporation), JP  
 (Japan)

APPL. NO.: 06-035566 [JP 9435566]

FILED: March 07, 1994 (19940307)

## ABSTRACT

PURPOSE: To simultaneously form plural patterns having different depth placewise in laser machining.

CONSTITUTION: A dielectric mask for laser machining is formed so that a dielectric multi-layer film 2 on a glass substrate 1 is machined to a mask patterns having different film thickness placewise. The mask pattern is machined in combination of a photolithography and ion milling or reactive ion milling or reactive ion-etching, by at least over two times of exposure and etching or traveling of shield plate or post baking condition of resist, etc., the patterns having different film thickness placewise is formed. An energy density of the laser beam passed this mask is changed depending on the difference in film thickness of the dielectric multi-layer film 2, the energy distribution having different energy density plasewise is produced, plural holes having different depth plasewise is simultaneously machined.

=====

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-241690

(43)公開日 平成7年(1995)9月19日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 26/00	3 3 0			
26/06	J			
C 2 3 F 4/00	C	8417-4K		
G 0 3 F 1/08	Z			
7/20	5 0 6			

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願平6-35566	(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22)出願日	平成6年(1994)3月7日	(72)発明者	雨宮 恭子 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式 会社日立製作所生産技術研究所内
		(72)発明者	寺林 隆夫 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式 会社日立製作所生産技術研究所内
		(72)発明者	佐藤 秀己 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式 会社日立製作所生産技術研究所内
		(74)代理人	弁理士 小川 勝男
			最終頁に続く

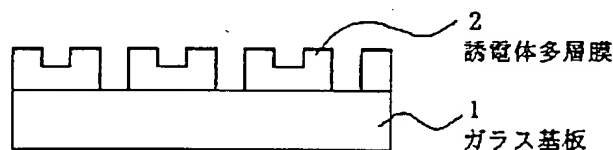
(54)【発明の名称】 レーザ加工用誘電体マスクとその製造方法

## (57)【要約】

【目的】レーザ加工において、場所的に深さの異なる複数個のパターンを同時に形成することを目的とする。

【構成】ガラス基板上の誘電体多層膜を、場所的に膜厚の異なるマスクパターンに加工することでレーザ加工用誘電体マスクを形成する。マスクパターンは、ホトリソグラフィ及びイオンミリングまたは反応性イオンミリングまたは反応性イオンエッチングの組合せで加工されるが、少なくとも2回以上の露光及びエッチングまたはイオンミリング時のイオンビームの遮蔽板の移動またはレジストのポストベーク条件等により、場所的に膜厚の異なるパターンを形成する。このマスクを通過したレーザ光のエネルギー密度は、誘電体多層膜の膜厚の違いに依存して変化し、場所的に異なるエネルギー密度分布となるため、場所的に深さの異なる複数個の穴を同時に加工することが可能となる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】使用する波長のレーザ光を透過する基板上に設けた誘電体多層膜からなる反射膜に膜厚分布をつけることにより、レーザ光透過率を局所的に変化させることを特徴とするレーザ加工用誘電体マスク。

【請求項2】使用する波長のレーザ光を透過する基板上の誘電体多層膜パターンの、レーザ光を透過する開口部の周辺の形状を、開口部から遠ざかるにつれて膜厚が漸次増加するよう斜めに形成したことを特徴とする請求項1記載のレーザ加工用誘電体マスク。

【請求項3】局所的な膜厚分布を、イオンミリングにより形成することを特徴とする請求項1記載のレーザ加工用誘電体マスク。

【請求項4】局所的な膜厚分布を、反応性イオンミリングにより形成することを特徴とする請求項1記載のレーザ加工用誘電体マスク。

【請求項5】局所的な膜厚分布を、反応性イオンエッチングにより形成することを特徴とする請求項1記載のレーザ加工用誘電体マスク。

【請求項6】使用する波長のレーザ光を透過する基板上に成膜した誘電体の上に、ホトリソグラフィ法により所望のパターンを有するレジスト膜を形成し、当該レジスト膜をマスクとしてイオンミリングまたは反応性イオンミリングまたは反応性イオンエッチング法により誘電体膜をパターンニングすることを特徴とするレーザ加工用誘電体マスクの製造方法。

【請求項7】前記膜厚分布をつけたレーザ加工用誘電体マスクを、2回以上の露光及びエッチング工程により製造することを特徴とする請求項6記載のレーザ加工用誘電体マスクの製造方法。

【請求項8】開口部を設けたレーザ加工用誘電体マスクにおいて、半硬化したホトレジストを露光、現像した後、ホトレジストの軟化温度以上で再び熱処理し、さらに、当該ホトレジスト膜をマスクとして、イオンミリングもしくは反応性イオンミリングもしくは反応性イオンエッチング法を用いて、誘電体パターンの開口部周辺の形状を開口部から遠ざかるにつれて膜厚が漸次増加するように膜厚分布をつけることを特徴とする請求項6記載のレーザ加工用誘電体マスクの製造方法。

【請求項9】前記膜厚分布をつけたレーザ加工用誘電体マスクにおいて、入射イオンによる誘電体多層膜面の除去を防止するための遮蔽板を順次移動しながらイオンミリングまたは反応性イオンミリング加工することにより、誘電体膜の膜厚分布を形成することを特徴とする請求項8記載のレーザ加工用誘電体マスクの製造方法。

【請求項10】膜厚分布をつけたレーザ加工用誘電体マスク用の誘電体材料として、酸化物またはフッ化物を用いることを特徴とする請求項1記載のレーザ加工用誘電体マスク。

【請求項11】多層配線回路基板の製造方法において

誘電体反射膜に膜厚分布を持たせたレーザ加工用誘電体マスクを用いて、レーザ光照射により有機絶縁層にビアホール形成を行うことを特徴とする回路基板の加工方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、レーザ加工用マスクに係り、特に、被加工材表面に様々な深さの穴を形成する誘電体マスクとその製造方法に関するものである。

## 10 【0002】

【従来の技術】従来のレーザ加工用マスクとしては、例えば、特開平1-321087号公報において開示されているように、マスク板に穴を設け、穴を透過したレーザ光により被加工材を加工していた。また、特開平2-25289号公報にあるように、ガラス基板表面に積層した誘電体多層膜にパターンを形成し、透光性のパターン部を透過したレーザ光により被加工材を加工していた。これらの加工は、マスクを通過した前後でレーザのエネルギー密度がほとんど変化しないため、例えば、多数個の穴パターンを持つマスクを用いれば同時に多数の穴加工が可能であるが、被加工材に形成される穴深さを局所的に変化させることは出来なかった。

20 【0003】これに対し、太陽電池基板の反射防止用V字溝やプリント基板のコンタクトホール加工等、場所的に深さの異なる穴加工にレーザ光を用いる試みもいくつかなされている。特開平3-89518号公報では、V字溝を形成するためにレーザ光の照射形状を変化させながら加工する方法が記述されている。また特開昭62-291095号公報では、回路基板のビアホール加工において、基板内の深さの異なる位置に銅層を形成しレーザのストッパとすることにより、同一エネルギー密度のレーザ光で深さの異なる穴を同時に加工する方法が示されている。

## 【0004】

30 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平3-89518号ではレーザ光の照射形状をアパーチャにより制御しており一回の照射で1個のパターンしか加工できないため、加工能率の面で不十分であるという問題があり、また、特開昭62-291095号の方法では基板表面及び浅い層の銅に多量のレーザ光が照射されるため、レーザ光のエネルギー密度を大きくすると銅が溶融し、同パターンの精度劣化や次工程の導体めっき付着に対する信頼性低下をもたらす懸念があった。

## 【0005】

40 【課題を解決するための手段】そこで本発明では、上記課題を解決するために、レーザ加工用マスクとして、面内で膜厚分布を有する誘電体多層膜を、使用波長のレーザ光を透過する基板表面に形成することで、レーザ光の透過率を局所的に変化させるように構成したことを特徴とする。

## 【0006】

【作用】誘電体多層膜は、高屈折率と低屈折率の誘電体をレーザ光の波長の1/4の厚さで交互に数十層成膜したものであり、層数すなわち総膜厚を変化させることによりレーザ光の透過率が変化する。したがって、膜厚分布を持った誘電体多層膜マスクを通過した入射レーザ光のエネルギー密度の分布は、膜厚分布に依存した分布に変化し被加工材に入射する。

【0007】一方、被加工材のレーザ光による加工速度はエネルギー密度に依存するため、入射したレーザ光のエネルギー密度分布に依存した加工ができる。すなわち同一時間レーザ照射を行ったとき、誘電体多層膜マスク内の膜厚の大きい場所を通過したレーザ光は被加工材表面に浅い穴を形成し、膜厚の小さい場所を通過したレーザ光は被加工材表面に深い穴を形成し、結果として場所的に深さ分布を持つ多数のパターンが同時に加工される。

## 【0008】

【実施例】以下、本発明を図面に示した実施例によって詳細に説明する。

（実施例1）図1は、本発明の第一実施例の誘電体マスクの縦断面図である。図1において1は使用レーザ光を透過するガラス基板、2はその表面に場所的に膜厚分布を持つ誘電体多層膜である。さらに図2は、本誘電体マスクの製造工程を示したものであり、3はホトレジストを意味している。

【0009】図2においてガラス基板1として光学研磨した石英ガラスを用い、その表面に蒸着法またはCVD法、スパッタリング法により誘電体 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ を交互に62nmずつ13層成膜し、誘電体多層膜2を形成した（図2(a)）。ただし、誘電体材料としては $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ に限るものではなく、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{YF}_3$ 、 $\text{MgF}_2$ 、 $\text{LaF}_3$ 、 $\text{ThF}_4$ 等を用いても良い。次に誘電体多層膜2を所望の形状に加工するために、ホトレジスト3（ノボラック樹脂ナフトキノ系ポジ型レジスト）を回転塗布法により0.4 $\mu\text{m}$ 厚さで形成した（図2(b)）。上記ホトレジスト3を90℃で30分間プリバークした後、所望の形状を描いたホトマスクによりUV露光装置を用いて密着露光した。露光後現像液中において室温で1分間浸漬処理し、更に140℃で20分間ポストバークした（図2(c)）。次に、更にホトレジスト3を回転塗布法により1 $\mu\text{m}$ 厚さで形成し、一回目に用いたホトマスクパターンと異なる形状を一回目と同様の方法でホトレジスト3に形成した（図2(d)）。次に、反応性イオンエッチング装置を用いて誘電体多層膜2を加工した。イオンエッチングの条件は、反応性ガスとして $\text{CHF}_3$ を用い、圧力4.8Pa、高周波パワー200W、エッチング時間130minとした。エッチングの後、アセトン中で超音波洗浄を行いレジスト3を除去して図2(g)即ち図1の誘電体マスクを形成した。この表面の誘電体多層膜各部の厚さは、厚い方から806nm、520

nmであり、膜厚520nmの場合のエキシマレーザ（波長248nm）の透過率は、25%であった。

【0010】次にこのようにして作製した誘電体マスクを用いた回路基板のレーザ加工方法について図3によって説明する。図3において4はポリイミド、5は銅箔を意味する。まず、厚さ18 $\mu\text{m}$ の銅箔と厚さ40 $\mu\text{m}$ のポリイミドの積層板にホトリソグラフィ及びエッチングにより(a)図の銅5のパターン形成を行い、その後ポリイミドフィルムとパターン形成した積層板2枚を接着材によって貼り合わせた。次に、貼り合わせた積層板と図1の誘電体マスクをレーザ加工装置にセットし、積層板の銅パターンと誘電体マスクのパターンの位置合わせを行った後、レーザ加工した。レーザはエキシマレーザ（波長248nm）であり、誘電体多層膜の膜厚とレーザ光の透過率には、図4に示すように膜厚が増加すると透過率が減少する関係がある。また、ポリイミドの加工速度は、図5に示すようにレーザのエネルギー密度とともに増加する。以上の性質から、レーザ加工により図3(b)に示す深さの異なるバイアホールが形成された。レーザ加工条件は、入射レーザ光のエネルギー密度1.0J/cm<sup>2</sup>、周波数50Hz、ショット数300である。この後再びマスク用レジストを形成した後、バイアホールめっきを行い、マスク用レジストを除去することにより(c)のように3層間の導通が得られた。このように本発明によれば、一度のレーザ加工により2層の回路が形成されるので、1層ずつ加工する場合に比べ工程が短縮でき、また、レーザ光のストッパとしての銅層に必要以上のレーザ光が照射されないため、損傷が少なく回路の信頼性が高い。

【0011】（実施例2）図6は、本発明の第二実施例の誘電体マスクの縦断面図である。以下に、図6の誘電体マスクの製造方法について図7を用いて説明する。

【0012】図7においてガラス基板1として光学研磨した石英ガラスを用い、その表面に第一実施例と同様の方法で誘電体多層膜2を形成した。次に、誘電体多層膜2を所望の形状に加工するために、ホトレジスト3を回転塗布法により1 $\mu\text{m}$ 厚さで形成した。上記ホトレジスト3を90℃で30分間プリバークした後、所望の形状を描いたホトマスクによりUV露光装置を用いて密着露光し、露光後現像液中において室温で1分間浸漬処理した。更に150℃で30分間ポストバークし、レジストパターンの周辺の形状を(c)のように、やや丸みのついた斜め形状にした。次に、マイクロ波イオン源を持つイオンミリング装置を用いて誘電体多層膜2を加工した。ガラス基板1はイオン照射方向に対して10度傾けて設置し、2rpmで自転させた。イオンミリングの条件は、ガスとしてArを用い、圧力0.027Pa、高周波パワー300W、ミリング時間70minとした。イオンミリングの後、アセトン中で超音波洗浄を行いレジスト3を除去して図6の誘電体マスクを形成した。

5

【0013】次に誘電体マスクを用いた回路基板のレーザ加工方法について図8によって説明する。まず、厚さ $18\mu\text{m}$ の銅箔と厚さ $40\mu\text{m}$ のポリイミドの積層板にホトリソグラフィ及びエッチングにより(a)図の銅5のパターン形成を行い、その後パターン形成した積層板にポリイミドフィルムを接着材によって貼り合わせた。次に、貼り合わせた積層板と図6の誘電体マスクをレーザ加工装置にセットし、積層板の銅パターンと誘電体マスクのパターンの位置合わせを行った後、レーザ加工した。レーザ加工条件は入射レーザ光のエネルギー密度 $0.8\text{J}/\text{cm}^2$ 、周波数 $50\text{Hz}$ 、ショット数 $180$ で、図8(b)に示すバイアホールが形成された。この後図3で述べたのと同様の方法にてバイアホールめっきを行い層間の導通を得た。この本発明のバイアホールは側面が傾斜しているので、通常の垂直なバイアホールに比べめっき性が良く、回路の信頼性が高い。

【0014】(実施例3)図9は、本発明の第三実施例の誘電体マスクの縦断面図である。以下に、図9の誘電体マスクの製造方法について図10を用いて説明する。

【0015】図10においてガラス基板1として光学研磨した石英ガラスを用い、その表面に第一実施例と同様の方法で誘電体多層膜2を形成した。次に、誘電体多層膜2を所望の形状に加工するために、ホトレジスト3を回転塗布法により $1\mu\text{m}$ 厚さで形成した。上記レジスト3を $90^\circ\text{C}$ で30分間プリベークした後、所望の形状を描いたホトマスクによりUV露光装置を用いて密着露光した。露光後現像液中において室温で1分間浸漬処理し、更に $140^\circ\text{C}$ で20分間ポストベークした。次に、マイクロ波イオン源を持つイオンミリング装置を用いて誘電体多層膜2を加工した。装置内にガラス基板1を設置し、ガラス基板1とイオン源の間に設けたイオンビームの遮蔽板をミリング開始後、ガラス基板1と平行に徐々に移動させた。イオンミリングの条件は、反応性ガスとして $\text{CHF}_3$ を用い、圧力 $0.027\text{Pa}$ 、高周波パワー $500\text{W}$ 、ミリング時間 $30\text{min}$ とした。イオンミリングの後アセトン中で超音波洗浄を行い、レジスト3を除去し、場所的に誘電体膜厚分布のある図9の誘電体マスクを形成した。

【0016】次に、図9の誘電体マスクを用いた導波路型グレーティングカップラのレーザ加工について説明する。被加工材は、 $\text{LiNbO}_3$ 結晶表面に $\text{Ti}$ を熱拡散させ光導波路を形成した後、反応性スパッタ法で $\text{TiO}_2$ 膜を作製したものをを用いた。レーザ加工条件は、入射レーザ光のエネルギー密度 $1.5\text{J}/\text{cm}^2$ 、周波数 $50\text{Hz}$ 、ショット数 $100$ であり、図11に示す深さ分布を持ったグレーティングカップラ8が形成された。これによれば、放射光9の振幅分布がガウス分布になるので、光結合効率を向上させることができる。また被加工材としては $\text{TiO}_2$ 膜に限るものではなく、 $\text{ZnO}$ 膜を用いても同様のグレーティングカップラが形成できる。

6

【0017】(実施例4)図12は、本発明の第四実施例の誘電体マスクの縦断面図である。誘電体マスクの製造方法は図7と同様であり、まずガラス基板1として光学研磨した石英ガラスを用い、その表面に第一実施例と同様の方法で誘電体多層膜2を形成した。次に、誘電体多層膜2を所望の形状に加工するために、ホトレジスト3を回転塗布法により $1\mu\text{m}$ 厚さで形成した。上記レジスト3を $90^\circ\text{C}$ で30分間プリベークした後、所望の形状を描いたホトマスクによりUV露光装置を用いて密着露光した。露光後現像液中において室温で1分間浸漬処理した。更に $180^\circ\text{C}$ で30分間ポストベークし、レジストパターン形状を半球状にした。次に、イオンミリング装置を用いて誘電体多層膜2を加工した。装置内に設置したガラス基板1は $2\text{rpm}$ で自転し、イオンミリングの条件は、ガスとして $\text{Ar}$ を用い、圧力 $0.027\text{Pa}$ 、高周波パワー $300\text{W}$ 、ミリング時間 $70\text{min}$ とした。イオンミリングの後、アセトン中で超音波洗浄を行いレジスト3を除去して図12の誘電体マスクを形成した。この誘電体マスクを用いて第一実施例と同様にポリイミドのレーザ加工を行い、図13の形状を得た。これは、固体撮像素子のマイクロレンズとして使用できる。

【0018】

【発明の効果】本発明のレーザ加工用誘電体マスクによれば、被加工材表面に場所的に深さ分布を持つ多数の穴を同時に加工することができるので、加工能率が向上し、加工コスト低減に著しい効果がある。また本発明のレーザ加工用誘電体マスクを用いた回路基板の製造方法によれば、加工工程数が減少しかつ信頼性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一実施例を示すレーザ加工用誘電体マスクの縦断面図。

【図2】図1のレーザ加工用誘電体マスクの製造プロセス図。

【図3】回路基板のレーザ加工プロセス図。

【図4】誘電体多層膜の膜厚とレーザ光の透過率の関係を示した図。

【図5】レーザ光のエネルギー密度とポリイミドの加工速度の関係を示した図。

【図6】本発明の第二実施例を示すレーザ加工用誘電体マスクの縦断面図。

【図7】図6のレーザ加工用誘電体マスクの製造プロセス図。

【図8】回路基板のレーザ加工プロセス図。

【図9】本発明の第三実施例を示すレーザ加工用誘電体マスクの縦断面図。

【図10】図9のレーザ加工用誘電体マスクの製造プロセス図。

【図11】レーザ加工した導波路型グレーティングカップラの縦断面図。

【図12】本発明の第四実施例を示すレーザ加工用誘電

体マスクの縦断面図。

【図13】レーザ加工したポリイミドの縦断面図。

【符号の説明】

- 1…ガラス基板、  
2…誘電体多層膜、  
3…ホトレジスト、

4…ポリイミド、

5…銅箔、

6…基板、

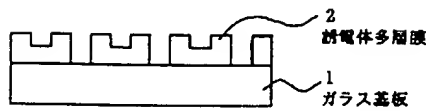
7…光導波路、

8…グレーティングカップラ、

9…放射光。

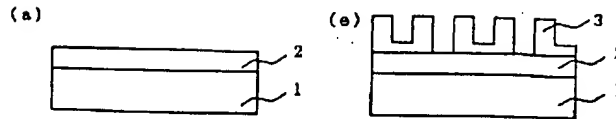
【図1】

図1



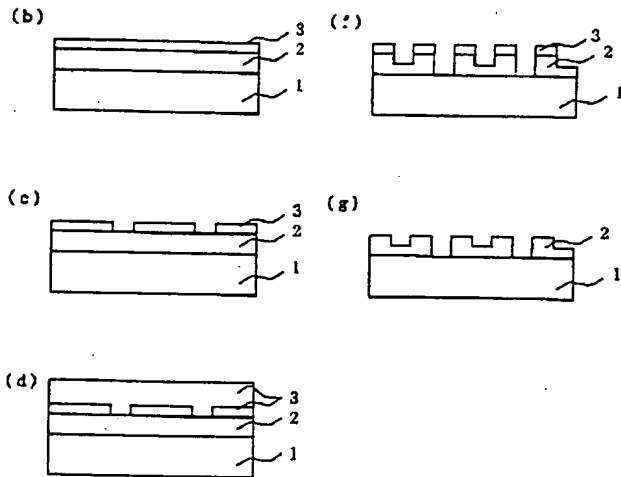
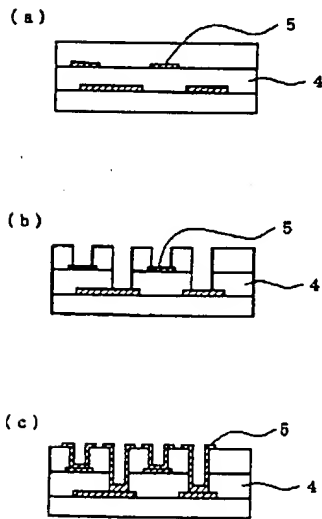
【図2】

図2



【図3】

図3

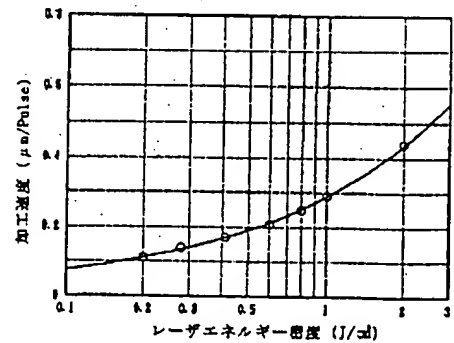
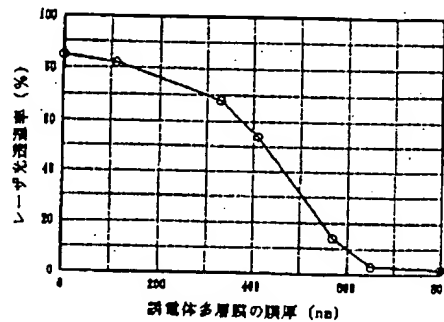


【図4】

【図5】

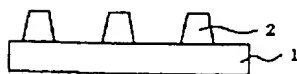
図4 誘電体多層膜の膜厚とレーザ透過率の関係

図5 レーザエネルギー密度と加工速度の関係



【図6】

図6



【図9】

【図11】

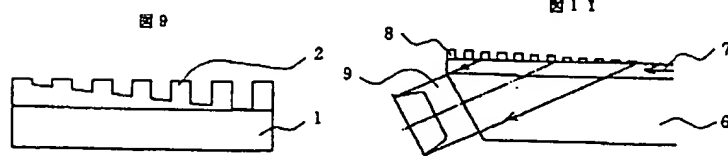
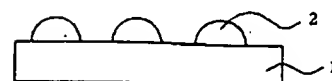


図11

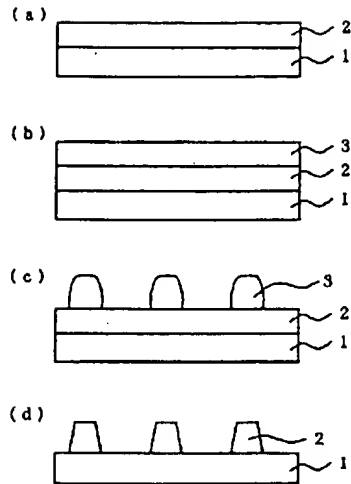
【図12】

図12



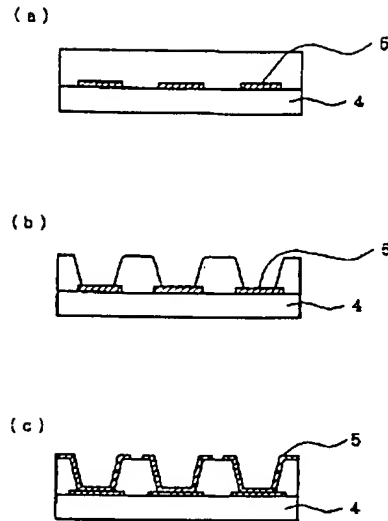
【図7】

図7



【図8】

図8



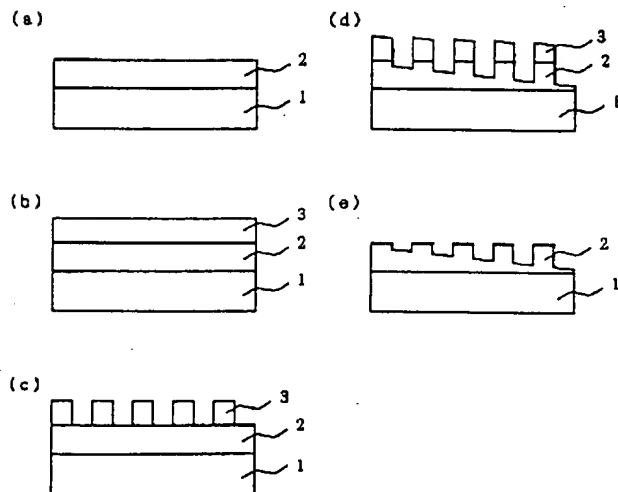
【図13】

図13



【図10】

図10



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G03F 7/26

H05K 3/00

識別記号

511

庁内整理番号

N

FI

技術表示箇所

(72)発明者 田中 秀明

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式  
会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 今井 勉

神奈川県秦野市堀山下1番地株式会社日立  
製作所汎用コンピュータ事業部内